

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 11-248737

(43) Date of publication of application : 17.09.1999

(51) Int. Cl.

G01P 15/125

G01H 11/06

G01L 5/16

H01L 29/84

(21) Application number : 10-061929 (71) Applicant : OMRON CORP

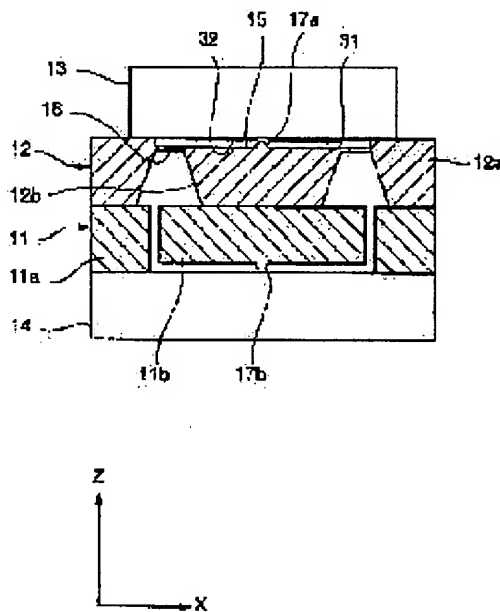
(22) Date of filing : 27.02.1998 (72) Inventor : HIKASA KOICHI
OBA MASATOSHI
HOSOYA KATSUMI

(54) CAPACITANCE-TYPE MULTI-AXIAL ACCELERATION SENSOR

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a multi-axial acceleration sensor capable of preventing the interference of other axes by a simple constitution and of highly accurately detecting acceleration on multi-axes.

SOLUTION: Detecting electrodes 31 and 32 of an X-axis are arranged in a pair above a movable electrode 15, and intersecting detecting electrodes of a Y-axis are arranged in a pair as well. Protruded parts 17a and 17b are provided on the upper surface of the movable electrode 15 and the lower surface of a weight 11b, respectively. Here, when acceleration in a Z-axis direction is exerted to move the movable electrode 15, the protruded parts 17a and 17b come into contact with opposite surfaces in upper and lower gaps to block the movement of the movable electrode 15. As the protruded parts 17a and 17b become supporting axes, the movable electrode 15 can swing and detect acceleration in X-axis and Y-axis directions without a hitch. Though the movable electrode 15 is displaced extremely little till the protruded parts 17a and 17b come into contact, it may be considered as stationary at a fixed position with extremely small effects on the X-axis and Y-axis.



とにより、その加速度の方向と大きさを知らることができ
る。

【0008】つまり図示の例では、X軸方向に沿って配
置された固定電極81、82がX軸方向の検出用とな
り、それらと直交して配置された固定電極83、84が
Y軸方向の検出用となっている。中央の固定電極85が
Z軸方向の検出用となっている。そして、固定電極81
～85と可動電極5aとの間には、間隔に亘って静電容
量が発生している。固定電極81、82と可動電極
5aとの間の静電容量C81、C82は、加速度が加わ
らない状態で、電極間隔が等しいので同一の値とな
る。ここでX軸方向に加速度が加わると、可動電極5がス
イング動作して傾き、固定電極81側の間隔が狭まっ
て静電容量C81が増加し、固定電極82側の間隔が広
がって静電容量C82は減少する。当然のことながら、
(-X)方向に加速度が加わると、上記と逆の現象とな
る。そして、加速度が大きければ、可動電極5aの変位
量が大きくなるので、その静電容量の差も大きくな
る。

【0009】従って、図2に示すように外部回路を接続
して、2つの静電容量C81、C82の差を求めること
により、X軸方向について加速度の向きと大きさを検出
することができる。同様に、固定電極83、84と可動
電極5aとの間の発生する静電容量の差(C83-C84)を
検出することにより、Y軸方向について加速度の向きと大きさを検
出することができ、Z軸方向については静電容量C85
の容量変化から加速度の向きと大きさを検出することが
できる。

【0010】
【発明が解決しようとする課題】しかしながら、係る従
来の加速度センサにあっては、検出方向ではない他軸の
加速度により検出方向のセンサ出力が変動するといいう他
軸干渉の問題があった。これは例えば、X軸方向の加速
度が作用すると、図3に類似して傾き、前述したように静電容量C
81が増加し、静電容量C82は減少するが、このとき
同時にZ軸方向の加速度も作用した場合には、図3に実
線で示すように、可動電極5aが上に平行移動して、固
定電極81～85との間隔が全体で同等に狭まる。する
と、X軸に関わる静電容量C81、C82は、電極間隔
に反比例する物理量であるため可動電極5がすでに傾い
ている状態では等しいとは変化しなく、このため静電容量
の差(C81-C82)が変動してしまい、干渉され
る。

【0011】この他軸を干渉してしまうという現象は、
X、Y平面に含まれる図6により可動電極5(可動電極5
a)が支持された構造のため、Z軸方向の加速度が他軸
に及ぼす影響が大きくなり、X軸及びY軸のセンサ出力が大
きく変動してしまうため補正する必要がある。係る補
正を行うため、従来は、センサ出力を信号処理する測定
回路に補正機能を持たせるようにしている。このため、

信号処理が複雑になり、コストが増して好ましくない。
【0012】本発明は、上記した背景に鑑みてなされた
もので、その目的とするところは、簡略な構成により他
軸の干渉を防止することができ、加速度の検出を多軸に
供する高精度に行える静電容量型多軸加速度センサを提
供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記した目的を達成する
ために、本発明に係る静電容量型多軸加速度センサで
は、複数の固定電極が形成された固定基板と、その固定
基板に接合される半導体基板とを有し、前記半導体基板
は、前記固定基板と接合される本体と、その本体の内側
に配置された加速度を受けて変位する可動電極と、その可
動電極を前記本体に対して弾性支持する梁とを有し、その
可動電極を前記固定電極に対向する面に所定のギャップを
おいて可動電極を設け、その可動電極と前記固定電極と
の間に発生する静電容量に基づいて複数方向の加速度を
検知する半導体容量型多軸加速度センサであって、前記
可動電極と、前記固定電極の対向する表面の少なくとも一
方に、突起部を設けるように構成した(請求項1)。

【0014】また、別の解決手段としては、複数の固定
電極が形成された固定基板と、その固定基板に接合され
る半導体基板と、前記半導体基板の反対側に直接または
所定基板を介して接合される他の固定基板とを有し、前
記半導体基板は、前記固定基板と接合される本体と、そ
の本体の内側に配置され加速度を受けて変位する可動電
極と、その可動電極を前記本体に対して弾性支持する梁とを
有し、その可動電極を前記固定電極に対向する面に所定の
ギャップをおいて可動電極を設け、その可動電極と前記
固定電極との間に発生する静電容量に基づいて複数方向
の加速度を検知する半導体容量型多軸加速度センサであ
って、前記可動電極またはその可動電極と一体に移動する部
材と、前記他の固定基板の対向する表面の少なくとも一
方に、突起部を設けるように構成してもよい(請求項
2)。

【0015】本発明では、電極面と直交する基板の傾倒
方向に加速度が加わると、可動電極が係る方向に移動しよ
うとするが、その移動方向には突起部が設けられている
ので、その突起部と対向する基板表面とが接触し、それ
以上の移動が阻止される。そして、この接触した突起部
が支持軸となるので、可動電極のスイング動作が可能であ
る。よって、電極面と平行な方向の加速度の検出には支
障ない。

【0016】そして、請求項1と請求項2を同時に実施
した場合に、可動電極を基準として上記傾倒方向の両側
の領域に突起部が形成されるので、係る傾倒方向の正/
負両方向への加速度の影響を可及的に抑制できる。

【0017】また、突起部と、それに対向する基板表面
との接触部分に、隔壁接合されない絶縁部材を設けるよ
うに構成してもよい(請求項3)。このようにすると、

突起部と対向する基板が隔壁接合されてしまうおそれ
なくなくなるので、加速度のかからない状態で突起部と対
向する基板を接触させておくことができる。よって、他
軸干渉をより確実に抑制できる。なお、絶縁部材は、図
14に示したように、所定の絶縁部材(絶縁膜)を成膜
する場合でもよいし、突起部自体に係る絶縁部材で構成
するようでもよい。

【0018】前記固定電極と前記可動電極の間に所定の
静電引力を発生させる手段をさらに備えることにより(請求
項4)。また、前記固定電極を設けた基板表面に吸引電
極を設け、前記吸引電極と前記可動電極の間に所定の静
電引力を発生させる手段をさらに備えるように構成して
もよい(請求項5)。

【0019】係る発生させる手段を動作させることによ
り、可動電極(可動体)を吸引し、突起部と対向する基
板表面とを加速度がかからない状態から接触させること
ができる。これにより、他軸干渉がより精度よく抑制で
きる。

【0020】

【発明の実施の形態】図4、図5は、本発明に係る静電
容量型多軸加速度センサの第1の実施の形態を示してい
る。図4に示すように、この加速度センサは、4枚の基
板を積層して構成している。但し、図1に示す従来の例と
相違して2枚の半導体基板11、12の上下にガラス固
定基板13、14が配置されている。

【0021】各半導体基板11、12は、シリコン等の
半導体チップであって、上側の半導体基板12は、エン
チングにより平面ロ字型の枠体12aの内側に梁16を
介して可動電極12bが形成されている。そして、その可
動電極12bの上面が可動電極15となる。これにより可
動電極12b(可動電極15)が弾性支持され、枠体12
aの内側空間の定位置に収まるようになっている。

【0022】また、下側の半導体基板11は、図6に示
すように井桁状にダイシングすることにより、周囲の複
数のブロックからなる枠体11aの内側に、周囲から分
離独立した重り11bを形成している。そしてこの重り
11bが本形態では、可動電極12bの下面に接合され、
可動電極12bと一体に移動するようになっている。この
ように重り11bを取り付けることにより、加速度を受
けて移動する部材(可動電極12b+重り11b)の重量
が増すので、感度が向上する。なお、重り11bの下面
側は、エッチングにより削られており、下側の第2ガラ
ス固定基板14に接触せずに移動可能となっている。

【0023】なお、本実施の形態では、このように2枚
の半導体基板11、12を積層して各部を形成している
が、所望する厚みの1枚の半導体基板から各部を形成し
てももちろんよい。また、従来と同様に下側の半導体基
板11をガラス板から構成してもよい。

【0024】一方、第1、第2ガラス固定基板13、14
は、両者の厚みが同一に設定されている。上側の第1

ガラス固定基板13の下面には、図5に示すように、可
動電極15の上面に対向する位置に4つの固定電極31
～34が設けられており、これらはX軸、Y軸の2軸に
ついて検出するための固定電極となっている。つまり、
固定電極31～34は、台形状で上面側とされてお
り、当該電極面の中央を基準に取り囲んで90度傾斜して配置さ
れている。これら各固定電極31～34は、中央を挟ん
で反対側に位置する固定電極31、32がX軸方向の検
出用となり、それらと直交する固定電極33、34がY
軸方向の検出用となっている。これにより、共通電極と
なる可動電極15と4つの固定電極31～34との間に
は、距離に応じた静電容量C31～C34が発生する。

【0025】上記した各電極は、図5に示すように、外
部回路と接続されている。つまり、X軸方向について
は、固定電極31、32がC-V変換回路181、18
2と接続され、静電容量C31、32が電圧値に各々変
換されるようになっている。これらが後段の差動増幅回
路21に送られて両者の差が求められる構成とされて
いる。そして、Y軸方向についてもX軸方向と同様であ
っている。固定電極33、34がC-V変換回路183、1
84と接続され、静電容量C33、34が電圧値に各々
変換されるようになっている。これらが後段の差動増幅
回路22に送られて両者の差が求められる構成とされて
いる。

【0026】すなわち、X軸方向出力Vx及びY軸方向
出力Vyは、

$$V_x = k \times [(C31) - (C32)] \quad \dots (1)$$

$$V_y = k \times [(C33) - (C34)] \quad \dots (2)$$

により求められる。

【0027】上記のように構成すると、図中矢印で示す
X軸方向のみに加速度が加わった場合、可動電極15が
加速度の作用方向へ移動しようとするが、梁16で支持
している部分よりも下に重心があるため、可動電極1
5がスイング動作する。このため、固定電極31と可動
電極15との間隔が短くなり静電容量C31が増加し、
固定電極32と可動電極15との間隔が長くなって静電
容量C32が減少する。そして、(-X)方向に加速度
が加わった場合には、上記と逆になる。

【0028】従って、X軸方向出力Vxは、X軸方向に
加速度が加わった場合には正値をとり、(-X)方向に
加速度が加わった場合には負値をとる。そして、Y軸方
向のみ或いはZ軸方向のみに加速度が加わった場合に
は、X軸方向出力Vxは変化しない。さらに、加速度が
大きいほど、Vxの絶対値は大きくなる。このため、V
xの値から加速度の方向及び大きさを知らることができ
る。同様に、Y軸方向についてもVyが加速度の方向
及び大きさを知らることができる。

【0029】ここで本発明では、可動電極12bの上面、
つまり可動電極15の電極面の中央に突起部17aを形
成している。また、第2ガラス固定基板14と対向する

重り11bの下面(対向面)の中央に突起部17a、17bを形成している。そして、それら両突起部17a、17bは、対向するガラス固定基板13、14の対向面に近接させている。また、第1ガラス固定基板13の下面には、上側の突起部17aに対向する位置には固定電極31~34を設けないようにしている。

【0030】さらに、上記突起部17a、17bを設ける位置は、可動体12b、重り11bの移動物体の重心位置、つまりスイング中心を通る可動電極15の電極面の法線と、その可動電極15、重り11bの上・下面とを交差する位置と移動している。なお、この突起部を設ける位置としては、移動物体の重心という点から規定することとできるが、それに限らず、単に設置面の中心としたり、移動物体の重さのバランスがとれる位置や、移動物体の体積の中央位置を通る可動電極15の電極面の法線と、設置面との交点位置とするなど各種の規定の仕方により特定できる。もちろんこれ以外でも構わない。

【0031】係る構成をとると、(一Z)方向に加速度が加わると、可動電極15が下方に移動しようとするが、下側の空隙では重り11bの下面に突起部17bが形成されているので、この突起部17bが第2ガラス固定基板14の上面に接触し、それ以上の移動は阻止されて動かない。但し、この接触した突起部17bが支持軸となるので、可動電極15はスイング動作が可能である。

【0032】一方、Z軸の正負方向に加速度が加わった場合には、上記とは逆に可動電極15は上方に移動しようとするが、上側の空隙でも同様に可動電極15の上面に形成した突起部17aが第1ガラス固定基板13の下面に接触し、それ以上の移動は阻止されて動かない。そして、突起部17aの接点を軸として可動電極15はスイング動作する。

【0033】従って、可動体11b(可動電極15)はZ軸方向に関しては、突起部17a、17bが接触するまでは極わずかに変位するが、加速度のかからない正常状態での突起部17a、17bと第1、第2ガラス固定基板13、14の対向面距離を接近させて非常に短くしている。可動体12b(可動電極15)は、Z軸方向に対しては定位位置に定められると考えてよい。

【0034】このように、可動電極15がZ軸方向に関して定位位置に定めらるんと変位しないので、Z軸方向の加速度がX軸及びY軸方向の加速度検出に与える影響が極めて小さく、X軸方向(Y軸方向)に加わった加速度を精度よく検出することができる。すなわち、Z軸方向の加速度による他軸の干渉を実質的に防止することができる。その結果、X軸及びY軸のセンサ出力は、従来のように複雑な補正処理を行う必要がなく、直ちに高精度な検出値を得ることができる。このため、加速度を測定するための外部回路は簡略な構成となり、加速度の検出を多軸について高精度に行える。

支障なく、この接触した状態が保たれる定位位置に止められる。

【0040】このように、突起部17が固定基板13の下面に最初から接触した状態とされているので、可動電極15はZ軸方向に関して定位位置に止められて全く変位しない。従って、X軸及びY軸には何ら影響がなく、X軸、Y軸方向に加わった加速度を極めて精度よく検出することができる。これにより、Z軸方向の加速度による他軸の干渉を良好に防止することができ、可動電極15のZ軸方向変位に起因する測定特性の直線性の悪化もなくなる。なお、その他の構成並びに作用効果は、上記した各実施の形態と同様であるので、同一符号を付しその詳細な説明を省略する。

【0041】図12、図13は、本発明の第3の実施の形態を示している。図12に示すように、本実施の形態では、上記した第2の実施の形態における静電引力を発生させるための構成を変更したものである。具体的には、固定電極31~34側に吸引電極36を形成し、この吸引電極36により可動電極15に静電引力を作用させて固定電極31~34側に吸引するように構成されている。

【0042】つまり、図13に示すように、吸引電極36は略正方形形状で、突起部17aが接触する中央部分が円形に除去されており、基板面の中央に設けられている。そして、固定電極31~34が吸引電極36を取り囲んで90度毎に配置されている。この吸引電極36と可動電極15の間に定電圧源196が接続され、可動電極15と吸引電極36間に定電圧V66を印加し、所定の静電引力を発生させている。

【0043】このような構成によれば、可動電極15は静電引力により固定電極側へ引かれるので、正常状態で固定基板13の下面に突起部17aが接触する。そして、その接点を中心に可動電極15はスイング動作が可能となっているので、X軸、Y軸方向の加速度の検出には支障はない。なお、その他の構成並びに作用効果は、上記した各実施の形態と同様であるので、同一符号を付しその詳細な説明を省略する。

【0044】図14は本発明の第4の実施の形態を示している。本実施の形態は上記した第1の実施の形態及びその変形例を前提とし、さらにZ軸干渉を抑制するものである。すなわち、第1の実施の形態などにおいては、正常状態では突起部17a、17b、17の先端と、対向する基板表面との間には所定の隙間を設けていて接触しないようにしていた。これは、半導体基板とガラス基板とを陽極接合して一体化する際に、突起部17a、17b、17の先端と対向する基板との間でも陽極接合されて一体化してしまうおそれがある(接合面積が小さいため、その後に分離することはあり、製品としては支障がなく、その後もありえるが、安全を考慮して離反させている)。一方、Z軸干渉を考慮すると、第2、第3の

実施の形態のように突起部17は接触していた方が好ましい。

【0045】そこで、図14に示すように、突起部17a、17bの先端と、対向する基板(図示の例では、いずれもガラス固定基板13、14)の間に、陽極接合されない絶縁部材を介在させ、その絶縁部材を介して突起部17a、17bと対向する基板とを接触させている。より具体的には、可動体12bの可動電極15を覆うようにして酸化膜などの絶縁膜41を形成している。なお、本発明との関係においては、少なくとも突起部17aの先端のみに絶縁膜41を形成すればよいが、確実に成膜させるために可動電極15の全面に形成している。また、このように突起部を覆うのではなく、第2ガラス固定基板14の上面所定位置に所定の絶縁膜42を形成し、その絶縁膜42と突起部17bを接触させるようにしてもよい。このように、突起部と対向する基板側のいずれに設けてもかまわない。そして、具体的な図示を省略するが、上記した各実施の形態に適用できる。

【0046】図15は、本発明の第5の実施の形態を示している。上記した各実施の形態では、突起部の形成位置は異なるものの、いずれも取り付ける基板をエッチングなどにより加工することにより一体に形成していたが、本実施の形態では、突起部17'を別部材で構成している。なお、別部材であれば、同一材質でもよく異なる材質でもよい。さらには、例えば樹脂等の陽極接合しない材料で構成すれば、突起部17'を対向する基板表面に接触させることができるので、より好ましい。

【0047】
【発明の効果】 以上のように、本発明に係る静電容量型多軸加速度センサでは、突起部が、可動体の上方及びまたは下方の空隙において、対向している少なくとも一方の面に形成されているので、Z軸の正負方向に加速度が加わって可動体が移動しようとしても、突起部が対向する基板表面に接触し、その移動は阻止される。そして、この接触した突起部が支持軸となるので可動体はスイング動作が可能であるので、X軸、Y軸方向の加速度の検出には支障ない。従って、可動電極はZ軸方向に関して定位位置に定めらるんと変位せずに変位するが、これは定位位置に定めらるんと考えてよく、このためX軸及びY軸には影響が極めて小さく、X軸及びY軸方向に加わった加速度を精度よく検出することができる。すなわち、Z軸方向の加速度による他軸の干渉を実質的に防止する。従来のように複雑な補正処理を行う必要がなく、直ちに高精度な検出値を得ることができる。このため、加速度を測定するための外部回路は簡略な構成となり、加速度の検出を高精度に行える。

【0048】また、請求項3のように構成した場合には、突起部を対向する基板表面に最初から接触させておくことができるので、上記したZ軸方向に加速度がかか

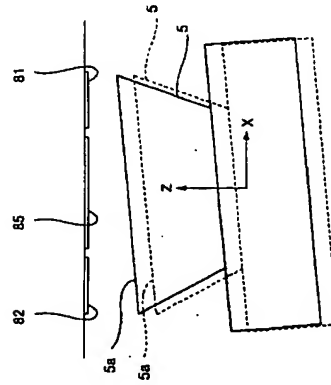
った場合の他軸干渉をより確実に解消できる。
【0049】また、請求項4、5のように構成した場合には、固定電極或いは別途設けた吸引電極に定電圧源が接続されて定電圧が印加され、これにより固定電極と可動電極との間に所定の静電引力が発生するため、可動電極はZ軸方向に所定の静電引力に引かれ、当該空隙に形成した突起部が対向面に接触する。このように突起部が対向面に最初から接触した状態とされているので、可動電極はZ軸方向に関して定位置に止められて全く変位しない。従って、X軸及びY軸には何ら影響がなく、X軸及びY軸方向に加わった加速度を極めて精度よく検出することができ、すなわち、Z軸方向の加速度による他軸の干渉を良好に防止することができ、可動電極のZ軸方向変位に起因する測定特性の直線性の悪化もなくなるといふ優れた効果を奏する。
【図面の簡単な説明】
【図1】従来の加速度センサの一例を示す断面図である。
【図2】図1に示す加速度センサの各電極を説明する斜視図、及び外部回路の一例を示す図である。
【図3】図1の可動電極の部分を拡大して示す断面図である。
【図4】本発明に係る静電容量型多軸加速度センサの第1の実施形態を示す断面図である。
【図5】第1の実施形態の形態を示す斜視図である。
【図6】半導体基板11を示す平面図である。
【図7】本発明に係る静電容量型多軸加速度センサの変形例を示す断面図である。
【図8】本発明に係る静電容量型多軸加速度センサの変形例を示す断面図である。
【図9】本発明に係る静電容量型多軸加速度センサの変

形例を示す断面図である。
【図10】本発明に係る静電容量型多軸加速度センサの第2の実施形態を示す断面図である。
【図11】第2の実施形態の形態を示す斜視図である。
【図12】本発明に係る静電容量型多軸加速度センサの第3の実施形態を示す断面図である。
【図13】第3の実施形態の形態を示す斜視図である。
【図14】本発明に係る静電容量型多軸加速度センサの第4の実施形態を示す断面図である。
【図15】第4の実施形態の形態を示す斜視図である。
【図16】本発明に係る静電容量型多軸加速度センサの第5の実施形態を示す断面図である。

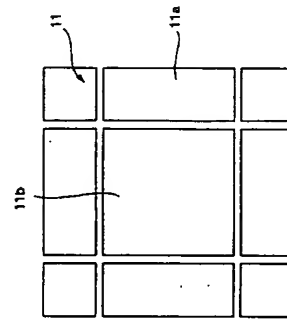
【符号の説明】

- 11、12 半導体基板
- 11a、12a 枠体
- 11b 重り
- 12b 可動体
- 13、14 ガラス固定基板
- 15 可動電極
- 16 梁
- 17、17a、17b、17' 突起部
- 31~34 固定電極
- 31、32 X軸の検出電極
- 33、34 Y軸の検出電極
- 36 吸引電極
- 41、42 絶縁膜（絶縁部材）
- 191、192 X軸定電圧源
- 193、194 Y軸定電圧源
- 196 定電圧源

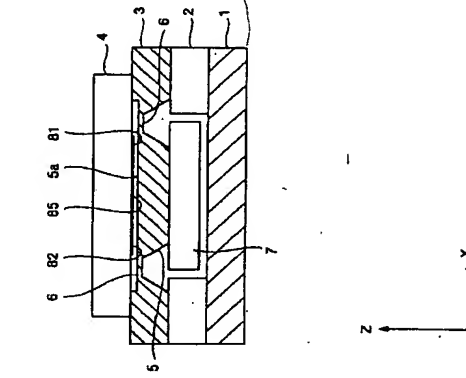
【図3】



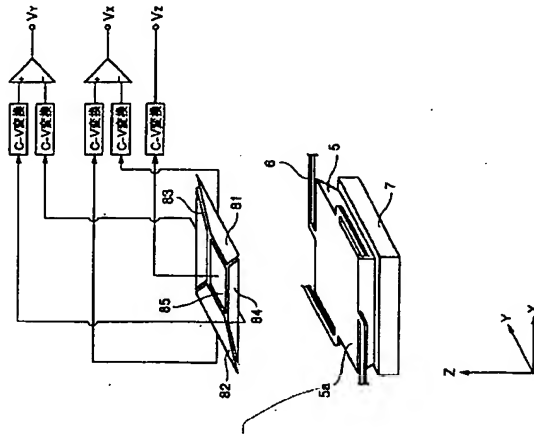
【図6】



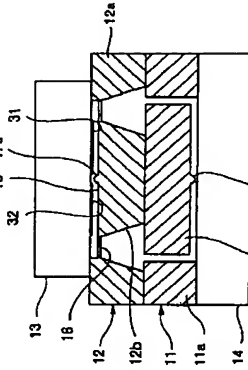
【図1】



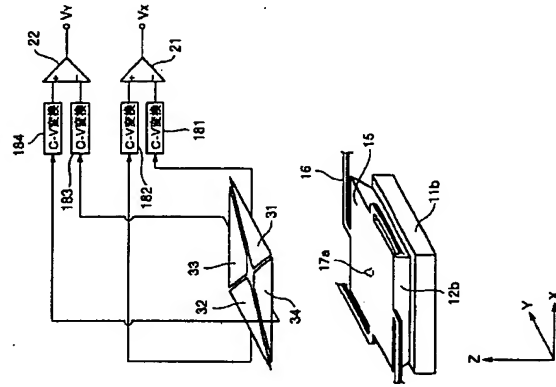
【図2】



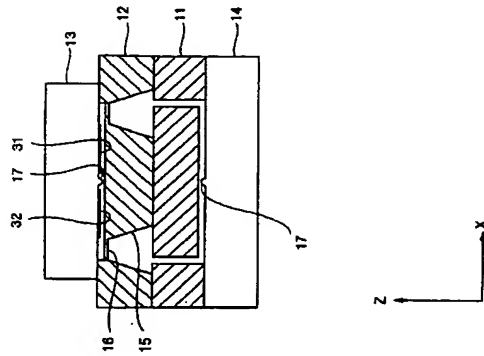
【図4】



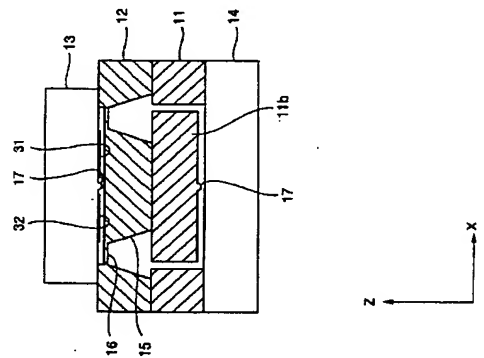
【図5】



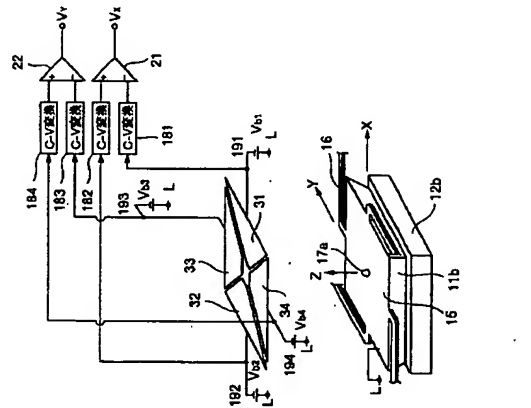
【图7】



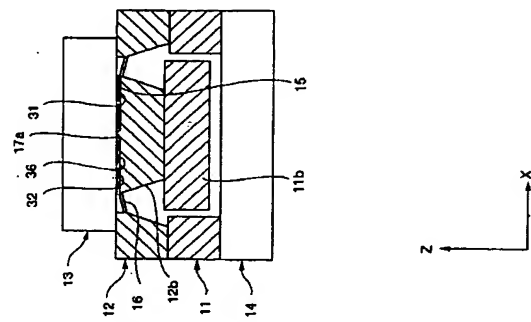
【8】



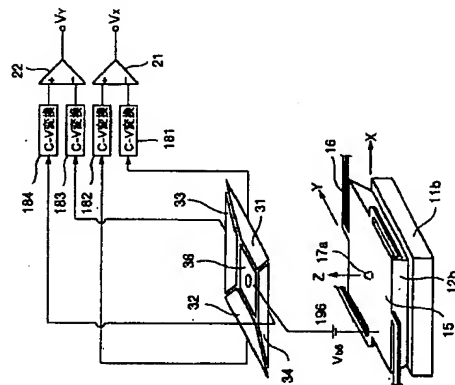
【图 11】



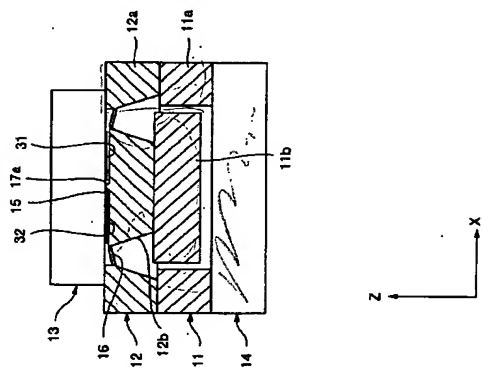
【図12】



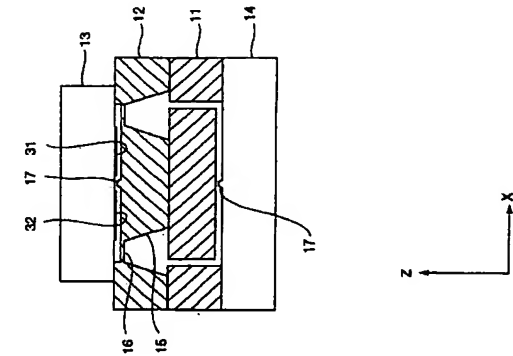
【图 13】



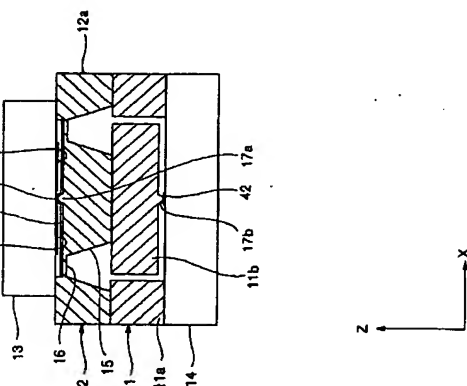
【圖10】



【図9】



【图14】



【図15】

